

УДК 621.787.4

К. И. Эмурлаев

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

emurlaev@corp.nstu.ru

Научный руководитель — доц., канд. техн. наук И. А. Батаев

ВЛИЯНИЕ ФРИКЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ AISI 321

В работе представлены результаты исследования сухого фрикционного взаимодействия стали 12X18H10T с вольфрамокобальтовым индентором по схеме «палец-диск». Рассмотрены структурные преобразования методами растровой электронной микроскопии, а также оценены дюрометрические свойства методом измерения по Виккерсу.

Ключевые слова: трение, синхротронная рентгеновская дифракция, эволюция микроструктуры, деформация, мартенситное превращение

K. I. Emurlaev

THE EFFECT OF FRICTIONAL INTERACTION ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF AISI 321 STEEL

The paper presents the results of the investigation of dry friction interaction of AISI 321 steel against WC—Co counterpart according to the «pin-on-disk» scheme. Structural transformations and durometric properties were evaluated using by scanning electron microscopy and Vickers hardness tester respectively.

Key words: friction, synchrotron X-ray diffractometry, microstructural evolution, deformation, martensite transformation

Различные детали машин и аппаратов должны обеспечивать надежность и долговечность эксплуатации. Особую важность имеют узлы трения, которые зачастую подвергаются экстремальным условиям воздействия. К ним можно отнести высокие контактные давления, которые могут превышать предел текучести материала, скорость и температуру, а также присутствие абразивных частиц и коррозионной среды.

Интерес представляет рассмотрение особенностей преобразования структуры нержавеющей стали. Стали, содержащие метастабильный аустенит, являются перспективными конструкционным материалами, обладающими высокими показателями коррозионной стойкости и механическими характеристиками. Существенное влияние на их прочностные свойства оказывает деформационно-индуцированное мартенситное превращение. По этой причине для максимально эффективного использования таких сталей необходимо иметь глубокие фундаментальные познания о формировании мартенсита деформации [1; 2].

Целью работы было рассмотрение особенностей фазовых превращений и влияния фрикционного взаимодействия на свойства хромоникелевой стали.

Эксперимент выполнялся в условиях сухого трения скольжения по схеме палец-диск, как показано на рис. 1, а. В качестве изучаемого материала была выбрана сталь 12X18H10T, отожженная при 900 °С в вакууме, а в качестве контртела использовался WC—Co сплав. Структура изучалась методом растровой электронной микроскопии с использованием Carl Zeiss EVO50. ДюрOMETрические испытания проводились по методу Виккерса на микротвердомере Wolpert Group 402MVD.

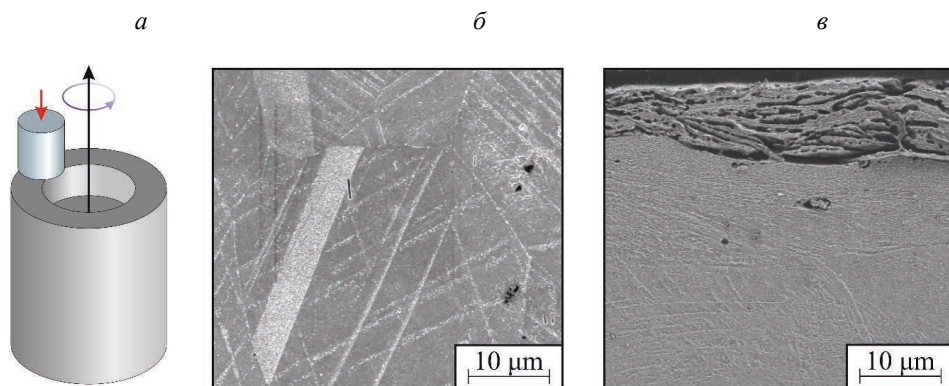


Рис. Схема триботехнического эксперимента и микроструктура поперечного сечения стали:

а — схема «палец-диск»; б — исходная структура; в — после 50 циклов трения

На рис. 1, б показано изображение исходной микроструктуры стали, а на рис. 1, в — после 50 циклов фрикционного взаимодействия. Можно отметить, что диссипация энергии трения происходит по нескольким механизмам [2–4]. Во-первых, наблюдается существенное измель-

чение структуры материала, во-вторых, — повороты микрообъемов вдоль направления скольжения вплоть до достижения ими параллельной ориентировки. На поверхности материала заметны множественные деляминационные трещины, формирование которых обусловлено достижением критических значений плотности дислокаций, локальным скоплением деформаций, а также наличием карбидов, которые могут выступать концентраторами напряжений [5]. Помимо этого, одним из проявлений адаптации структуры может являться формирование мартенсита деформации. Стоит отметить, что такое превращение сопровождается увеличением объема. По этой причине происходит возрастание структурных напряжений, что в сочетании с хрупкостью мартенсита и циклическим фрикционным взаимодействием также может приводить к образованию несплошностей.

Результаты измерения микротвердости, показанные на рис. 2, подтверждают существенный наклеп поверхностного слоя. При этом твердость у поверхности значительно отличается от последующих измерений. Предположительно это обусловлено не только измельчением структуры, но также и бездиффузионным превращением аустенита в мартенсит деформации.

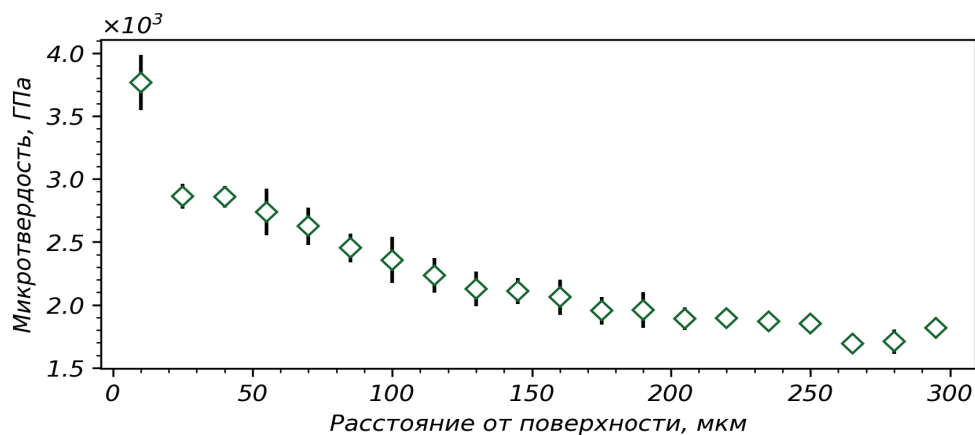


Рис. 2. Распределение микротвердости по поперечному сечению стали 12Х18Н10Т от поверхности трения

Таким образом, фрикционное взаимодействие приводит к комплексу процессов эволюции микроструктуры, что было подтверждено методом растровой электронной микроскопии. Результаты дюротри-

ческих испытаний показали, что твердость у поверхности контакта возрасла более чем в два раза.

*Работа выполнена по гранту Президента РФ
для молодых ученых — кандидатов наук МК-2516.2019.8.*

Литература

1. Improving the tribological properties of austenitic 12Kh18N10T steel by nanostructuring frictional treatment / A. Makarov [et al.] // Met. Work. Mater. Sci. 2015. V. 21, № 3. P. 80–92.
45. Deformation-induced martensitic transformation behavior in cold-rolled and cold-drawn type 316 stainless steels / N. Nakada [et al.] // Acta Mater. 2010. V. 58. P. 895–903.
46. Tarasov S., Kolubaev A. Effect of friction on subsurface layer microstructure in austenitic and martensitic steels // Wear. 1999. V. 231, № 2. P. 228–234.
47. Tarasov S., Rubtsov V., Kolubaev A. Subsurface shear instability and nanostructuring of metals in sliding // Wear. 2010. V. 268. P. 59–66.
48. Suh N. The delamination theory of wear // Wear. 1973. V. 21. P. 111–124.